

Analisis Korelasi Nilai *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) Terhadap Massa Tubuh, Usia, dan Faktor Eksposi pada Pasien Pemeriksaan Radiografi Umum di RSUP Dr. M. Djamil Padang

Rahmiatul Putri¹, Dian Milvita^{1*}, Ida Bagus Gede Putra Pratama²

¹Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163

²Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Jakarta Pusat

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 10 Januari 2025

Direvisi: 14 April 2025

Diterima: 17 Juli 2025

Kata kunci:

Entrance Surface Air Kerma (ESAK)

Faktor Eksposi

Korelasi

Massa Tubuh

Usia

Keywords:

Entrance Surface Air Kerma

Exposure Factor

Correlation

Body Mass

Age

Penulis Korespondensi:

Dian Milvita

Email: dianmilvita@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian tentang analisis korelasi nilai *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) terhadap massa tubuh, usia, dan faktor eksposi pada pasien pemeriksaan radiografi umum telah dilakukan di RSUP Dr. M. Djamil Padang. Pengambilan data dilakukan pada pasien dewasa dengan massa tubuh (50-70) kg dan usia di atas 15 tahun pada pemeriksaan *abdomen*, *thorax*, dan *lumbar spine* selama 3 bulan dengan jumlah data keseluruhan 1.113 pasien. Metode yang digunakan dalam menentukan korelasi adalah analisis uji korelasi linier sederhana. Hasil penelitian menunjukkan nilai ESAK memiliki korelasi yang cukup kuat terhadap massa tubuh pasien dengan nilai $r_{xy} = 0,25-0,4$ kecuali pada pemeriksaan *lumbar spine*. Nilai ESAK memiliki korelasi yang cukup kuat sampai dengan kuat terhadap faktor eksposi (kV) dengan nilai $r_{xy} = 0,27-0,6$ dan memiliki korelasi yang kuat sampai dengan sangat kuat terhadap faktor eksposi (mAs) ditunjukkan dengan nilai $r_{xy} = 0,45-0,9$, namun memiliki korelasi yang sangat lemah terhadap usia pasien dengan nilai $r_{xy} = 0,02-0,1$ kecuali pada pemeriksaan *thorax lateral*.

Research on the correlation analysis of Entrance Surface Air Kerma (ESAK) values on body mass, age and exposure factors in general radiography examination patients was carried out at RSUP Dr. M. Djamil Padang. Data collection was carried out on adult patients with body mass (50-70) kg and age over 15 years on examination of the abdomen, thorax and lumbar spine for 3 months with a total of 1,113 patients. The method used to determine correlation is simple linear correlation test analysis. The results of the study showed that the ESAK value had a fairly strong correlation with the patient's body mass with a r_{xy} value = 0.25-0.4 except for the lumbar spine examination. The ESAK value has a fairly strong to strong correlation with the exposure factor (kV) with a value of $r_{xy} = 0.27-0.6$ and has a strong to very strong correlation with the exposure factor (mAs) as indicated with a value of $r_{xy} = 0.45-0.9$, but has a very weak correlation with patient age with a value of $r_{xy} = 0.02-0.1$ except for lateral thorax examination.

Copyright © 2025 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Paparan medik merupakan salah satu penggunaan radiasi pengion dalam bidang medis. Paparan medik adalah paparan radiasi yang diterima seseorang seperti pasien, pendamping pasien, ataupun relawan riset medis dari suatu tindakan diagnostik, intervensional, atau terapi. Paparan radiasi memerlukan proteksi radiasi untuk mengelola dan mengendalikan radiasi yang dihasilkan, terutama pada paparan medik. Penerapan proteksi radiasi pada paparan medik menerapkan dua asas, yaitu justifikasi dan optimisasi. Justifikasi adalah asas yang diterapkan jika paparan radiasi yang diberikan memberikan manfaat yang cukup besar bagi individu yang terpapar dibandingkan dampak buruk yang diterima dari radiasi tersebut. Optimisasi adalah asas yang diterapkan untuk menjaga paparan radiasi yang diterima seminimal mungkin untuk mencapai tujuan diagnostik atau intervensi (IAEA., 2018).

Radiografi umum merupakan salah satu modalitas pesawat sinar-X yang digunakan untuk mendiagnosis suatu penyakit. Dosis radiasi pada radiografi umum dapat ditentukan melalui kuantitas dosis *Dose Area Product* (DAP) dan *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) (BAPETEN, 2021). DAP adalah integral kerma udara pada luas berkas sinar-X di bidang yang tegak lurus sumbu berkas. Nilai DAP sudah tersedia pada pesawat sinar-X radiografi umum. ESAK adalah kerma udara yang memasuki permukaan kulit pasien atau fantom diukur pada sumbu pancaran pusat yang dipengaruhi radiasi hamburan balik. Nilai ESAK diperoleh dari perhitungan keluaran radiasi hasil uji kesesuaian pesawat sinar-X radiografi umum (IAEA, 2007).

(S. I. Sari et al., 2023) dan Wulandari et al. (2023) telah melakukan penentuan nilai ESAK pada pemeriksaan radiografi umum. Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai pengaruh massa tubuh, usia pasien, dan faktor eksposi terhadap dosis radiasi yang diterima oleh pasien pemeriksaan radiografi umum. Radiologi et al. (2022) melakukan penelitian tentang pengaruh massa tubuh terhadap dosis radiasi pasien pada beberapa pemeriksaan, yaitu *thorax*, *lumbar spine*, *pelvis*, *knee*, dan *shoulder*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa massa tubuh memiliki pengaruh terhadap kenaikan nilai ESAK. (Juliantara et al., 2024; S. I. Sari et al., 2024; Sugiarti et al., 2020) telah melakukan penelitian tentang korelasi massa tubuh, usia pasien, dan faktor eksposi terhadap dosis radiasi yang diterima pasien pemeriksaan *thorax*. Penelitian dilakukan dengan menentukan dosis radiasi yang diterima pasien menggunakan keluaran radiasi hasil uji kesesuaian pesawat sinar-X radiografi umum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa massa tubuh dan faktor eksposi memiliki korelasi terhadap dosis radiasi yang diterima pasien. Namun, usia pasien tidak memiliki korelasi terhadap dosis radiasi yang diterima pasien.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka dilakukan penelitian mengenai korelasi nilai ESAK terhadap massa tubuh, usia, dan faktor eksposi pada pemeriksaan *abdomen*, *thorax*, dan *lumbar spine* dengan beberapa proyeksi yaitu *Anterior-Posterior* (AP), *Posterior-Anterior* (PA), dan *Lateral* (LAT). *Anterior-Posterior* (AP) adalah posisi dimana sumber sinar-X berada di depan tubuh dan film menempel pada punggung pasien. *Posterior-Anterior* (PA) adalah posisi dimana sumber sinar-X berada di belakang tubuh dan film menempel pada dada pasien. *Lateral* (LAT) adalah posisi dimana sumber sinar-X berada di samping tubuh bagian kiri dan film menempel pada samping tubuh bagian kanan, atau sebaliknya. Metode yang dilakukan pada pemeriksaan *abdomen* dan *lumbar spine* adalah sistem (*Automatic Exposure Control*) dan sudah menampilkan nilai *Dose Area Product* (DAP) yang diterima pasien serta sistem manual digunakan untuk pemeriksaan *thorax*.

II. METODE

2.1 Pengumpulan Data

Data dikumpulkan selama ± 3 bulan di Instalasi Radiologi RSUP Dr. M. Djamil Padang. Modalitas radiografi umum yang digunakan pada penelitian ada dua, yaitu merk Fuji untuk pemeriksaan *thorax* dan merk Siemens untuk pemeriksaan *abdomen* dan *lumbar spine*. Data yang dicatat berupa inisial pasien meliputi usia pasien di atas 15 tahun dan massa tubuh normal (60 ± 10) kg, proyeksi pemeriksaan, tegangan (kV), arus waktu (mAs), dan *Focus Skin Distance* (FSD) pada pemeriksaan. Pengumpulan data pasien dilakukan pada pemeriksaan *abdomen* proyeksi AP, *thorax* proyeksi AP, PA, dan LAT, serta *lumbar spine* proyeksi AP dan LAT. Jumlah data yang terkumpul pada penelitian berjumlah 1.113 data pasien.

2.2 Pengolahan dan Analisis Data

Dosis pasien dihitung berdasarkan data keluaran radiasi uji kesesuaian pesawat sinar-X yang didapatkan dari rumah sakit, faktor eksposi berupa tegangan (kV) dan arus waktu (mAs), dan FSD. Data keluaran radiasi pesawat sinar-X merk Fuji yaitu $y = 0,0075x^2 + 0,3749x - 16,255$ dan merk Siemens yaitu $y = 0,0037x^2 + 0,7823x - 26,92$ dengan x adalah kV yang digunakan pada setiap pasien. Keluaran radiasi yang didapatkan disubstitusikan ke dalam Persamaan (1) untuk menentukan nilai *Incident Air Kerma* (INAK) setiap pasien.

$$INAK = Y(d) \times P_{It} \times \left(\frac{d}{d_{FSD} = d_{FTP} - tp} \right)^2 \quad (1)$$

dengan *INAK* merupakan nilai *Incident Air Kerma* (mGy), $Y(d)$ merupakan keluaran radiasi tabung sinar-X pada jarak d (mGy/mAs), P_{It} merupakan tube loading (mAs), d merupakan jarak fokus tabung ke detektor (cm), d_{FSD} merupakan jarak fokus tabung ke pasien (cm), d_{FTP} merupakan jarak fokus tabung ke film (cm), dan tp merupakan tebal pasien (cm). Nilai *INAK* yang didapatkan kemudian diolah menggunakan Persamaan (2) untuk mendapatkan nilai *ESAK* setiap pasien.

$$ESAK = INAK \times B \quad (2)$$

dengan *ESAK* merupakan nilai *Entrance Surface Air Kerma* (mGy), *INAK* merupakan *Incident Air Kerma* (mGy), dan B merupakan *backscatter factor* yang memiliki nilai 1,35.

Nilai *ESAK* setiap pasien disubstitusikan ke dalam grafik berdasarkan kelompok massa tubuh, usia pasien, serta faktor eksposi (tegangan dan arus waktu). Analisis dilakukan dengan menggunakan uji korelasi linear sederhana. Korelasi linear sederhana merupakan teknik statistika untuk menunjukkan kuat atau lemahnya hubungan dua variabel dalam suatu fungsi linear yang dilihat dari nilai koefisien korelasi (r_{xy}) pada Persamaan (3). Koefisien korelasi yang didapatkan dibandingkan dengan interpretasi koefisien korelasi (Wahyuning, 2021).

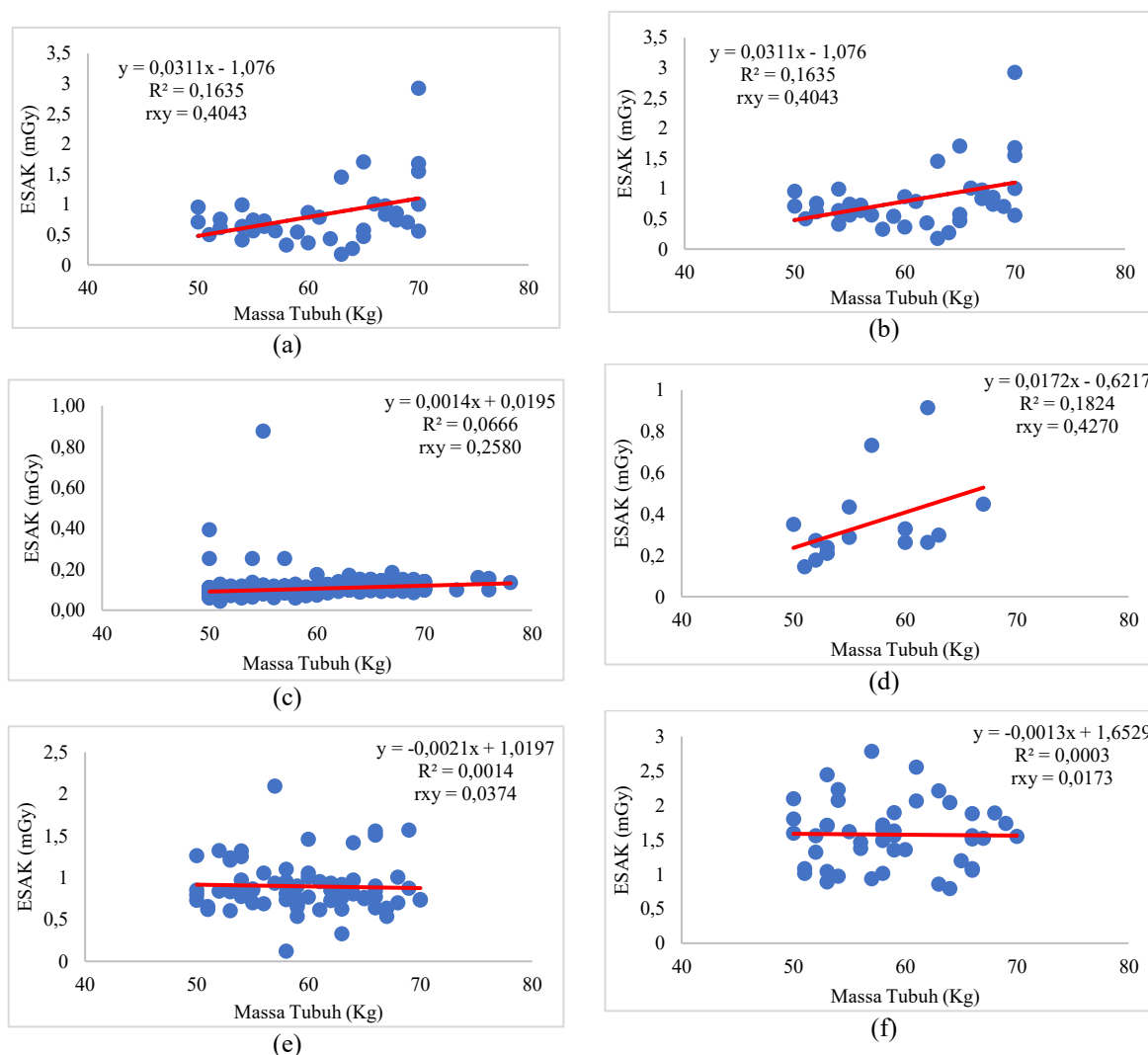
$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \sqrt{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2}} \quad (3)$$

dengan r_{xy} merupakan nilai koefisien korelasi, X_i merupakan nilai x ke- i , Y_i merupakan nilai y ke- i , dan n merupakan banyak data.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Korelasi Nilai *ESAK* terhadap Massa Tubuh

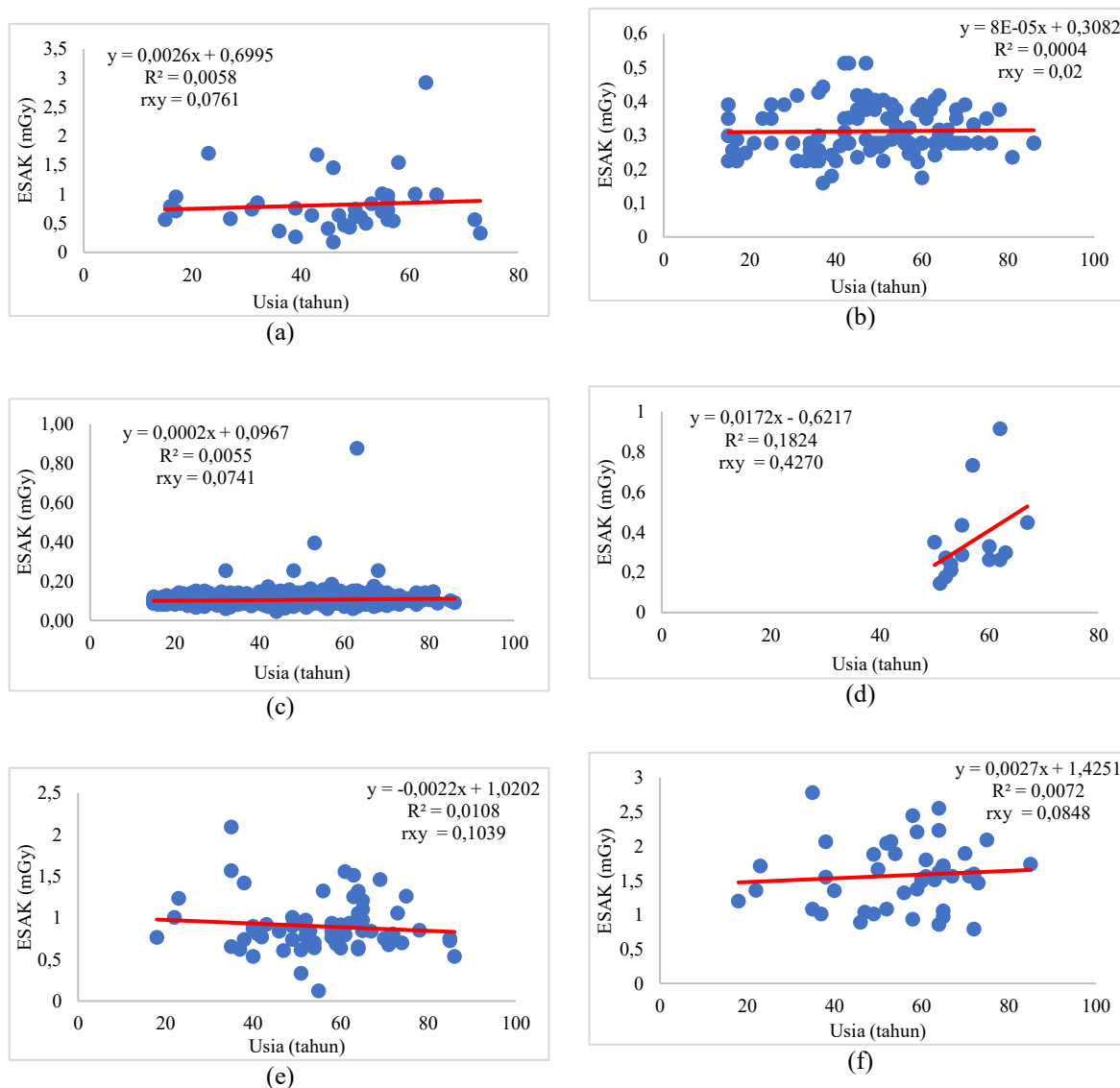
Korelasi nilai *ESAK* terhadap massa tubuh pasien pada pemeriksaan *abdomen* (proyeksi AP), *thorax* (proyeksi AP, PA, dan LAT) serta *lumbar spine* (proyeksi AP dan LAT) dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1a sampai dengan 1f didapatkan nilai koefisien korelasi (r_{xy}) sebesar 0,25-0,40. Ditinjau dari interpretasi nilai koefisien korelasi, maka nilai yang didapat menunjukkan bahwa hubungan korelasi nilai *ESAK* dengan massa tubuh pasien cukup kuat dan bersifat positif. Namun pada pemeriksaan *lumbar spine* proyeksi AP dan LAT didapatkan nilai koefisien korelasi (r_{xy}) sebesar 0,01-0,03 yang menunjukkan bahwa hubungan korelasi nilai *ESAK* dan massa tubuh pasien sangat lemah. Hasil ini hampir sama dengan penelitian (Aisah et al., 2021; Ofori et al., 2016; Radiologi et al., 2022) bahwa nilai *ESAK* memiliki korelasi terhadap massa tubuh pasien. Korelasi lemah yang ditunjukkan pada pemeriksaan *lumbar spine* AP disebabkan oleh faktor eksposi yang digunakan untuk rentang massa tubuh (50-70) kg hampir sama, sedangkan korelasi lemah pada pemeriksaan *lumbar spine* LAT disebabkan karena pada proyeksi lateral terdapat peningkatan ketebalan tubuh sehingga mempengaruhi dosis radiasi yang diserap tubuh pasien.



Gambar 1 Korelasi nilai ESAK terhadap massa tubuh pasien a) pemeriksaan *abdomen* AP b) pemeriksaan *thorax* AP c) pemeriksaan *thorax* PA d) pemeriksaan *thorax* LAT e) pemeriksaan *lumbar spine* AP f) pemeriksaan *lumbar spine* LAT

3.2 Korelasi Nilai ESAK terhadap Usia

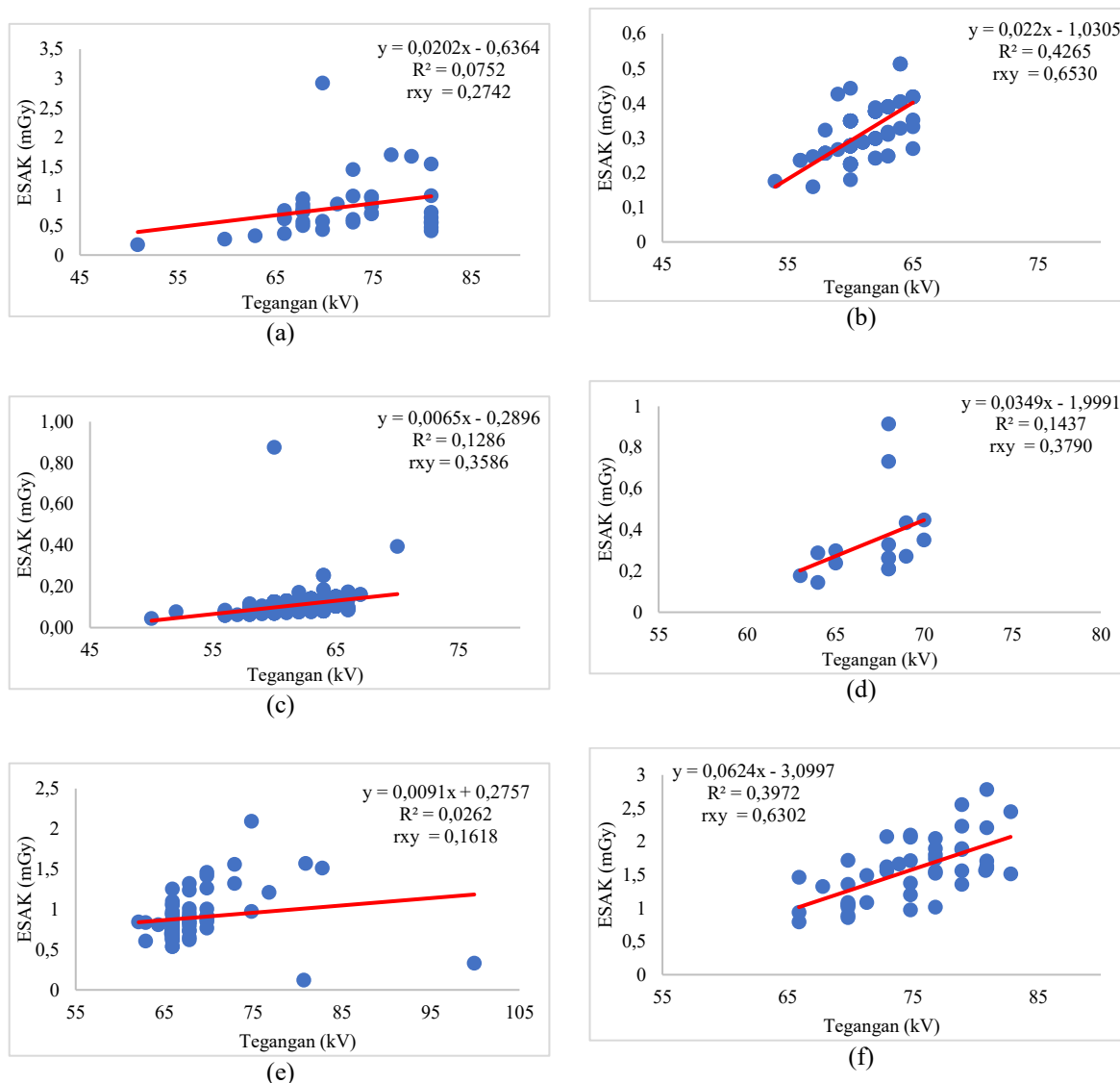
Korelasi nilai ESAK terhadap usia pasien pada pemeriksaan *abdomen* (proyeksi AP), *thorax* (proyeksi AP, PA, dan LAT) serta *lumbar spine* (proyeksi AP dan LAT) dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2a sampai dengan 2f didapatkan nilai koefisien korelasi (r_{xy}) sebesar 0,02-0,1. Ditinjau dari interpretasi nilai koefisien korelasi, maka nilai yang didapat menunjukkan bahwa hubungan korelasi nilai ESAK dengan usia pasien sangat lemah. Namun pada pemeriksaan *thorax* proyeksi LAT didapatkan nilai koefisien korelasi (r_{xy}) sebesar 0,4 yang menunjukkan bahwa hubungan korelasi nilai ESAK dengan usia pasien cukup kuat dan bersifat positif. Penelitian mengenai korelasi nilai ESAK terhadap usia pasien juga dilakukan oleh (Hadinata & Sutapa, 2019; Juliantara et al., 2024; Listiani et al., 2020; S. I. Sari et al., 2024) bahwa tidak ada korelasi antara usia dengan dosis radiasi yang diterima pasien. Korelasi yang cukup kuat antara nilai ESAK dengan usia pasien pada pemeriksaan *thorax* proyeksi LAT disebabkan oleh jumlah data dan rentang data usia pasien sangat sedikit, sehingga tidak dapat menampilkan data korelasi yang lebih akurat.



Gambar 2 Korelasi nilai ESAK terhadap usia pasien a) pemeriksaan abdomen AP b) pemeriksaan thorax AP c) pemeriksaan thorax PA d) pemeriksaan thorax LAT e) pemeriksaan lumbar spine AP f) pemeriksaan lumbar spine LAT

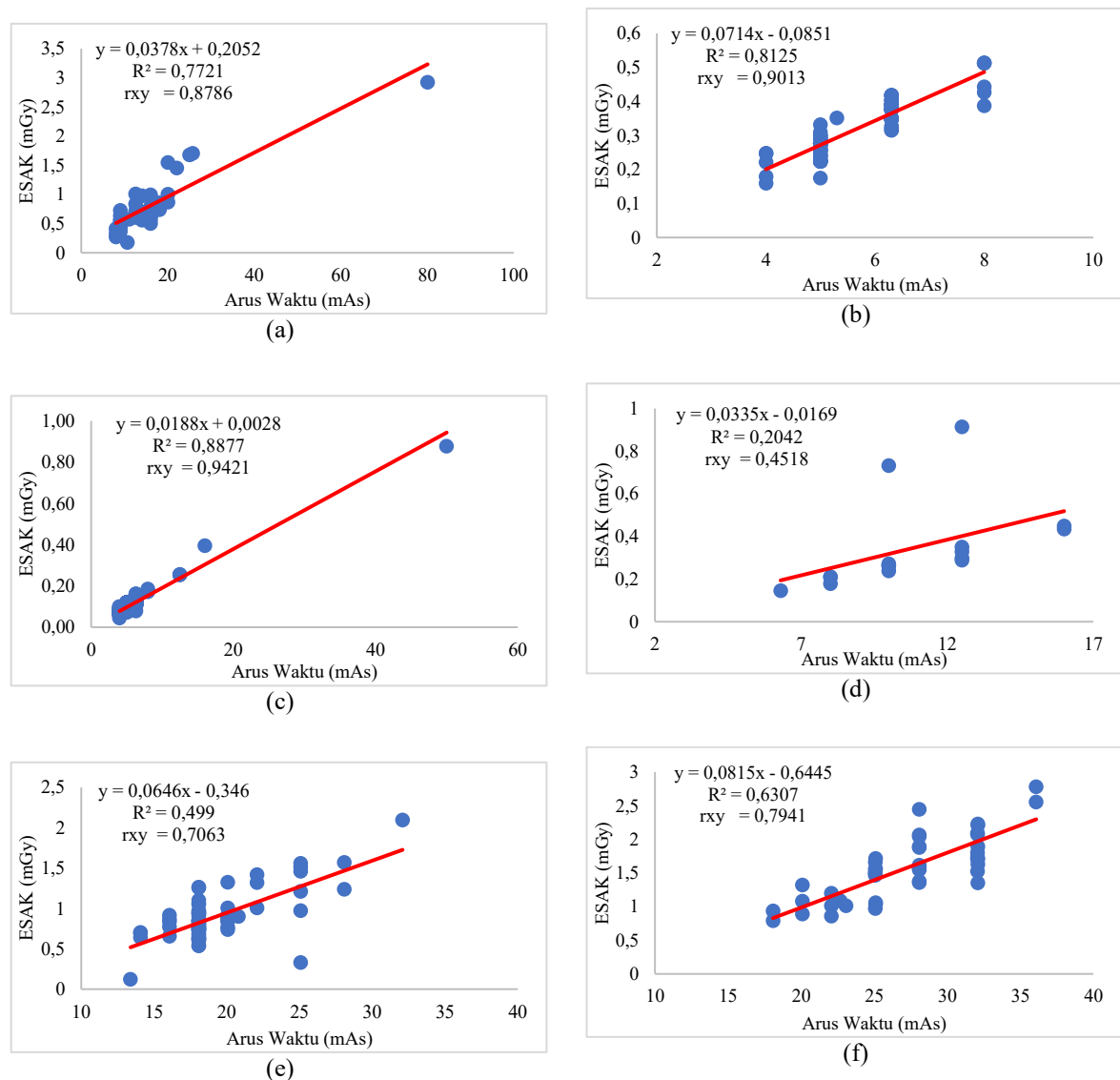
3.3 Korelasi Nilai ESAK terhadap Faktor Eksposi

Korelasi nilai ESAK terhadap faktor eksposi dikelompokkan menjadi dua, yaitu tegangan (kV) dan arus watu (mAs). Korelasi nilai ESAK terhadap tegangan pada pemeriksaan *abdomen* (proyeksi AP), *thorax* (proyeksi AP, PA, dan LAT) serta *lumbar spine* (proyeksi AP dan LAT) dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3a sampai dengan 3f didapatkan nilai koefisien korelasi (r_{xy}) sebesar 0,27-0,65. Ditinjau dari interpretasi nilai koefisien korelasi, maka nilai yang didapat menunjukkan bahwa hubungan korelasi nilai ESAK dengan tegangan adalah cukup kuat sampai dengan kuat yang bersifat positif. Namun pada pemeriksaan *lumbar spine* proyeksi AP didapatkan nilai koefisien korelasi (r_{xy}) sebesar 0,16 yang menunjukkan bahwa hubungan korelasi nilai ESAK dan tegangan adalah sangat lemah. Penelitian mengenai korelasi nilai ESAK dan tegangan (kV) juga dilakukan oleh (Juliantara et al., 2024; A. W. Sari & Fransiska, 2018; S. I. Sari et al., 2024; Sugiarti et al., 2020) bahwa terdapat korelasi yang kuat antara nilai dosis yang dihasilkan (ESAK) dan tegangan (kV) tabung sinar-X. Semakin besar tegangan yang diberikan maka kecepatan elektron akan semakin besar dan menghasilkan energi sinar-X yang besar. Sinar-X yang berenergi besar akan memiliki daya tembus yang tinggi sehingga menghasilkan paparan dosis radiasi yang besar (Akhadi, 2020). Korelasi yang lemah pada pemeriksaan *lumbar spine* proyeksi AP dipengaruhi oleh keahlian radiografer dalam memberikan faktor eksposi yang sesuai dengan kebutuhan diagnostik pasien.



Gambar 3 Korelasi nilai ESAK terhadap tegangan a) pemeriksaan *abdomen* AP b) pemeriksaan *thorax* AP c) pemeriksaan *thorax* PA d) pemeriksaan *thorax* LAT e) pemeriksaan *lumbar spine* AP f) pemeriksaan *lumbar spine* LAT

Korelasi nilai ESAK terhadap arus waktu pada pemeriksaan *abdomen* (proyeksi AP), *thorax* (proyeksi AP, PA, dan LAT) serta *lumbar spine* (proyeksi AP dan LAT) dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4a sampai dengan 4f didapatkan nilai koefisien korelasi (r_{xy}) sebesar 0,45-0,9. Ditinjau dari interpretasi nilai koefisien korelasi, maka nilai yang didapat menunjukkan bahwa hubungan korelasi nilai ESAK dengan arus waktu adalah kuat sampai dengan sangat kuat yang bersifat positif. Penelitian tentang korelasi nilai ESAK terhadap arus waktu (mAs) juga dilakukan oleh (Juliantara et al., 2024; A. W. Sari & Fransiska, 2018; S. I. Sari et al., 2024; Sugiarti et al., 2020) bahwa terdapat korelasi yang kuat antara nilai dosis yang dihasilkan (ESAK) dan arus waktu (mAs). Arus waktu (mAs) dipengaruhi oleh jumlah atau kuantitas elektron yang berada dalam tabung sinar-X. Semakin banyak jumlah elektron maka arus waktu yang digunakan juga semakin besar, sehingga sinar-X yang dihasilkan akan semakin banyak dan paparan dosis radiasi yang diterima semakin besar (Bushong, 2014).



Gambar 4 Korelasi nilai ESAK terhadap arus waktu a) pemeriksaan *abdomen AP* b) pemeriksaan *thorax AP* c) pemeriksaan *thorax PA* d) pemeriksaan *thorax LAT* e) pemeriksaan *lumbar spine AP* f) pemeriksaan *lumbar spine LAT*

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai ESAK memiliki korelasi yang kuat terhadap massa tubuh pasien dan faktor eksposi, di mana semakin besar massa tubuh dan faktor eksposi yang digunakan maka nilai ESAK pasien akan semakin besar. Nilai ESAK memiliki korelasi yang sangat lemah terhadap usia pasien, di mana semakin besar usia pasien maka nilai ESAK pasien berbeda-beda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisah, A. N., Ngurah Sutapa, I. G., & Wendri, N. (2021). Penentuan Dosis Paparan Radiasi Pesawat Sinar-X Pemeriksaan Thorax Berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT). *Kappa Journal*, 5(2), 240–245.
- Akhadi, M. (2020). Sinar-X menjawab masalah kesehatan. Dalam *Deepublish Publisher*.
- BAPETEN. (2021). Pedoman Teknis Penerapan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level). *Teknis Penerapan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level)*, 8, 1–61.

- Bushong, S. C. (2014). *Radiologic Science for Technologists Physics, Biology, and Protection* (10 ed., Nomor 112). Elsevier.
- Hadinata, I., & Sutapa, I. (2019). Pengaruh Usia Terhadap Besarnya Dosis Serap Radiasi Sinar-X yang diterima Pasien Pemeriksaan Toraks. *Kappa Journal*, 3(2), 142–147.
- IAEA. (2007). *Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice*.
- IAEA. (2018). *Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation : Specific Safety Guide*. 340.
- Juliantara, I. P. E., Wulandari, P. I., Putri, N. K. R. A., & Dananjaya, M. B. (2024). Analisi Nilai ESAK pada Pemeriksaan Radiografi Thorax PA : Studi Pengaruh Faktor Eksposi dan Karakteristik Pasien. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8, 3605–3612.
- Listiani, L., Nehru, N., & Nurhidayah, N. (2020). Analisis Dosis Serap Radiasi Pada Pemeriksaan Foto Thorax Dewasa di Instalasi Radiologi RSUD Raden Mattaher Jambi Menggunakan Metode Statistik One Way Anova. *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya (JIFP)*, 4(1), 31–36.
- Ofori, E. K., Ofori-Manteaw, B. B., Gawugah, J. N. K., & Nathan, J. A. (2016). Relationship between Patient Anatomical Thickness and Radiographic Exposure Factors for Selected Radiologic Examinations. *Journal of Health, Medicine and Nursing*, 23(0), 150–162.
- Radiologi, J. P., Dolenc, L., Petrinjak, B., Mekišy, N., & Škrk, D. (2022). *Dampak indeks massa tubuh pada pasien dosis radiasi pada radiografi umum Dampak indeks massa tubuh terhadap dosis radiasi pasien pada radiografi umum*.
- Sari, A. W., & Fransiska, E. (2018). Pengaruh Faktor Eksposi dengan Ketebalan Objek pada Pemeriksaan Foto Thorax Terhadap Gambaran Radiografi. *Journal of Health*.
- Sari, S. I., Milvita, D., Fardela, R., Pratama, I. B. G. P., & S, A. O. (2024). Analisis Korelasi Umur, Massa Tubuh dan Faktor Eksposi Terhadap Entrance Surface Air Kerma pada Pemeriksaan Thorax di Rumah Sakit Universitas Andalas. *Jurnal Fisika Unand*, 13(5), 602–609.
- Sari, S. I., Milvita, D., & Pratama, I. B. G. P. (2023). *Analisis Nilai Tipikal Dosis pada Pemeriksaan Thorax di Rumah Sakit Universitas Andalas*. Universitas Andalas.
- Sugiarti, S., Merrytiana, F., & Surip. (2020). Optimasi Faktor Eksposi Pada Pemeriksaan Radiografi Thorax Menggunakan Computed Radiography. *Jurnal Surya Medika*, 6, 52–56.
- Wahyuning, S. (2021). *Statistik Dasar-Dasar*.
- Wulandari, P. I., Jeniyanthi, N. P. R., Prasetya, I. M. L., Susanta, I. P. A., & Diartama, A. A. A. (2023). Evaluasi Dosis Radiasi pada Pemeriksaan Radiografi Thorax. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(3), 16325–16330.